

HAMMING-CODE

Ein Lösungsraster

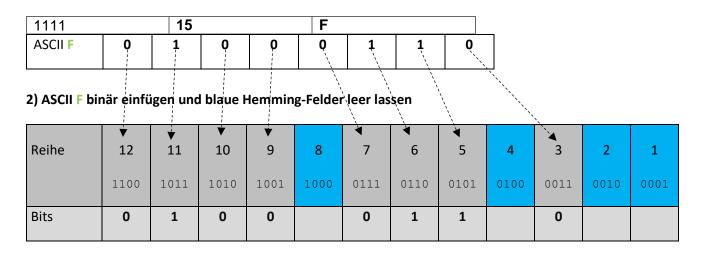
1) Nutzdaten codieren: F (z.B. ASCII-Tabelle)

| | | | | Bit 7 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|-------|-------|-------|-------|-------|------|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|
| | | | | Bit 6 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Binär | | | Bit 5 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | | | | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Bit 3 | Bit 2 | Bit 1 | Bit 0 | Hex | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | | | Dezi | 0 | 16 | 32 | 48 | 64 | 80 | 96 | 112 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NUL | DLE | | 0 | @ | Р | 5 | р |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | SOH | DC1 | I | 1 | Α | Q | а | q |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | STX | DC2 | н | 2 | В | R | b | r |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | EXT | DC3 | # | 3 | С | S | С | s |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 | EOT | DC4 | \$ | 4 | D | Т | d | t |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 5 | 5 | ENQ | NAK | % | 5 | Е | U | е | u |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 6 | ACK | SYN | & | 6 | F | V | f | V |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 7 | 7 | BEL | ETB | 1 | 7 | G | W | g | w |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 | BS | CAN | (| 8 | Н | Х | h | х |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 9 | 9 | HAT | EM |) | 9 | 1 | Y | i | У |
| 1 | 0 | 1 | 0 | Α | 10 | IF | SUB | * | 3 | J | Z | j | Z |
| 1 | 0 | 1 | 1 | В | 11 | VT | ESC | + | ; | К | 1 | k | { |
| 1 | 1 | 0 | 0 | С | 12 | FF | FS | , | < | L | ١ | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | D | 13 | CR | GS | • | = | М |] | m | } |
| 1 | 1 | 1 | 0 | Е | 14 | SOH | RS | ٠ | > | N | ۸ | n | ~ |
| 1 | 1 | 1 | 1 | F | 15 | SI | US | 1 | ? | О | _ | o | DEL |

| ASCII | Binär | Hex | Dez |
|-------|-------------|-----|-----|
| F | 0100 ' 0110 | 46 | 70 |

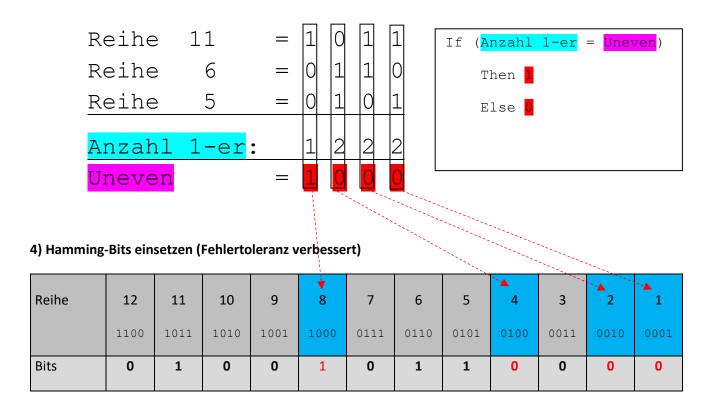
| Bin | Dez | Hex |
|------|-----|-----|
| 0000 | 00 | 0 |
| 0001 | 01 | 1 |
| 0010 | 02 | 2 |
| 0011 | 03 | 3 |
| 0100 | 04 | 4 |
| 0101 | 05 | 5 |
| 0110 | 06 | 6 |
| 0111 | 07 | 7 |
| 1000 | 08 | 8 |
| 1001 | 09 | 9 |
| 1010 | 10 | A |
| 1011 | 11 | В |
| 1100 | 12 | С |
| 1101 | 13 | D |
| 1110 | 14 | E |

Page **1** of **6**



3) Hamming-Bits berechnen (Redundanz erhöhen)

Alle Reihennummern mit dem Bit 1 übernehmen und binär codieren



5) Bits senden (fehlerfrei und mit Fehler)

| Bits | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | |

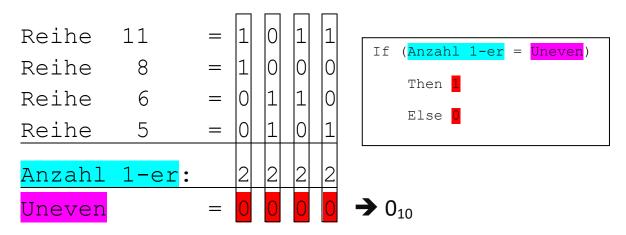
Page **2** of **6** 15.12.19

| Bits | n | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | ^ | • | 0 |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DILS | | | | U | | U | | | U | U | U | U |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

6) Übermittlung fehlerfrei: Empfangene 12-Bits überprüfen

| Reihe | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1100 | 1011 | 1010 | 1001 | 1000 | 0111 | 0110 | 0101 | 0100 | 0011 | 0010 | 0001 |
| Bits | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Alle Reihennummern mit dem Bit 1 binär codieren:



→ Bei 0₁₀: Kein Übermittlungsfehler! Zeichen kann decodiert werden!

| Reihe | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|--------------|---|------|------|------|------|------------|------------|------------|------|------|------|------|
| | 1100 | 1011 | 1010 | 1001 | 1000 | 0111 | 0110 | 0101 | 0100 | 0011 | 0010 | 0001 |
| Bits | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 / | 1 / | 1 / | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | / | / | / | | / | | |
| 7) 8-Datenbi | 7) 8-Datenbits nach ASCII Tabelle decodieren: | | | | | | | | | | | |
| ASCII | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | | | | |
| | → F | | | | | | | | | | | |

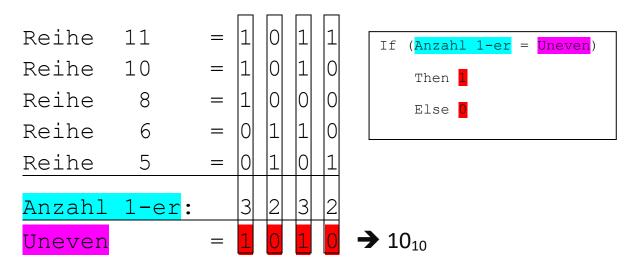
Page **3** of **6** 15.12.19

6a) Übermittlung mit Fehler: Empfangene 12-Bits überprüfen

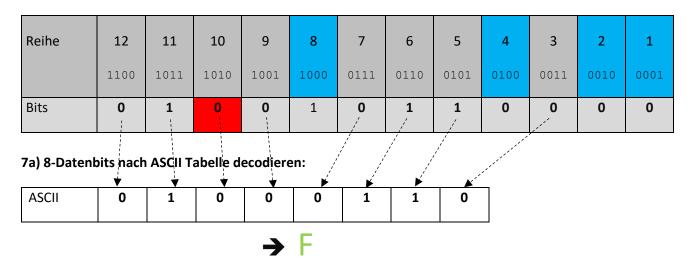
Fehler heisst in der Digitaltechnik: eine 1 wird zu einer 0 oder umgekehrt! In diesem Beispiel wurde das Bit 10 bei der Übermittlung gekehrt.

| Reihe | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1100 | 1011 | 1010 | 1001 | 1000 | 0111 | 0110 | 0101 | 0100 | 0011 | 0010 | 0001 |
| Bits | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Alle Reihennummern mit dem Bit 1 binär codieren:



→ Bei ungleich 0₁₀: Ein Fehler ist bei Bit in Reihe 10₁₀ passiert! Korrigieren: 1 wird zu einer 0



Page **4** of **6**

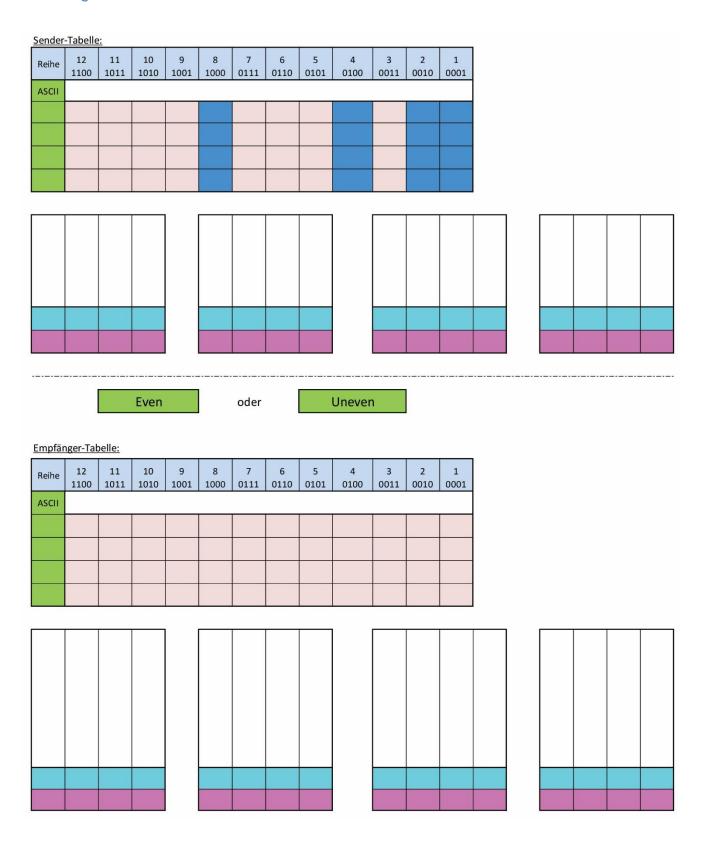
Spiel

Nun spielen Sie **Sender** und **Empfänger** und dazu bilden Sie 2-er Gruppen!

Anleitung:

- 1. Schreiben Sie mit Bleistift, so können Sie radieren.
- 2. **Schreiben** Sie ein Wort mit 4 Buchstaben in die grünen Felder der **Sender-Tabelle** (von oben nach unten)
- 3. Aus der **ASCII-Tabelle** lesen Sie den Binär-Code jedes gewählten Buchstabens heraus und tragen diese 0 und 1 in die pinken Felder in der jeweiligen Zeile der **Sender-Tabelle (Codieren)** und lassen Sie diese Codierung von einem anderen Spieler (nicht Ihr Empfänger) überprüfen.
- 4. Entscheiden Sie sich für Even oder Uneven und kreisen Sie Ihre Entscheidung auf dem Blatt ein.
- 5. **Berechnen** Sie für jede Zeile die 4 Hamming-Bits und tragen Sie diese in den blauen Felder der **Sender-Tabelle** ein. Dafür können Sie die 4 leeren weissen Tabellen verwenden.
- 6. Lassen Sie die fertig ausgefüllte Sender-Tabelle vom Lehrer kontrollieren.
- 7. **Übertragen** Sie nun die 12-Bits der pinken und blauen Felder der **Sender-Tabelle** in die pinken Felder der **Empfänger-Tabelle**, wobei Sie in der 2,3 und 4 pro Zeile maximal **einen Fehler** (ein 0 anstatt eine 1 oder umgekehrt) eintragen. Zeile eins übertragen Sie fehlerlos.
- 8. **Falten** sie das Blatt der gestrichelten Linie entlang, so dass die **Sender-Tabelle nicht mehr sichtbar** ist.
- 9. **Tauschen** Sie das Blatt mit Ihrem Kollegen / Ihrer Kollegin.
- 10. Überprüfen Sie nun jede Zeile der Empfänger-Tabelle und berechnen Sie falls nötig die Korrektur.
- 11. Markieren Sie in der Empfänger-Tabelle die Spalten mit den Hamming-Bits mit einem blauen Leuchtstift.
- 12. **Decodieren** Sie die 8-Datenbits und schreiben Sie den Buchstaben in die grünen Felder der **Empfangs-Tabelle**.
- 13. **Entfalten** Sie nun das Blatt und **vergleichen** Sie die 4 Buchstaben in der **Sender-Tabelle** mit den 4 Buchstaben der **Empfänger-Tabelle**. Falls diese nicht übereinstimmen suchen Sie zusammen mit dem Kollegen / der Kollegin den Fehler!
- 14. Beantworten Sie folgende Fragen für sich:
 - a. Auf was muss ich beim Codieren / Hamming-Bits berechnen besonders achten?
 - b. Worauf muss ich bei der Korrektur-Berechnung und dem Decodieren besonders achten?
 - c. Was darf mit nicht mehr passieren?

Page **5** of **6**



Page **6** of **6** 15.12.19